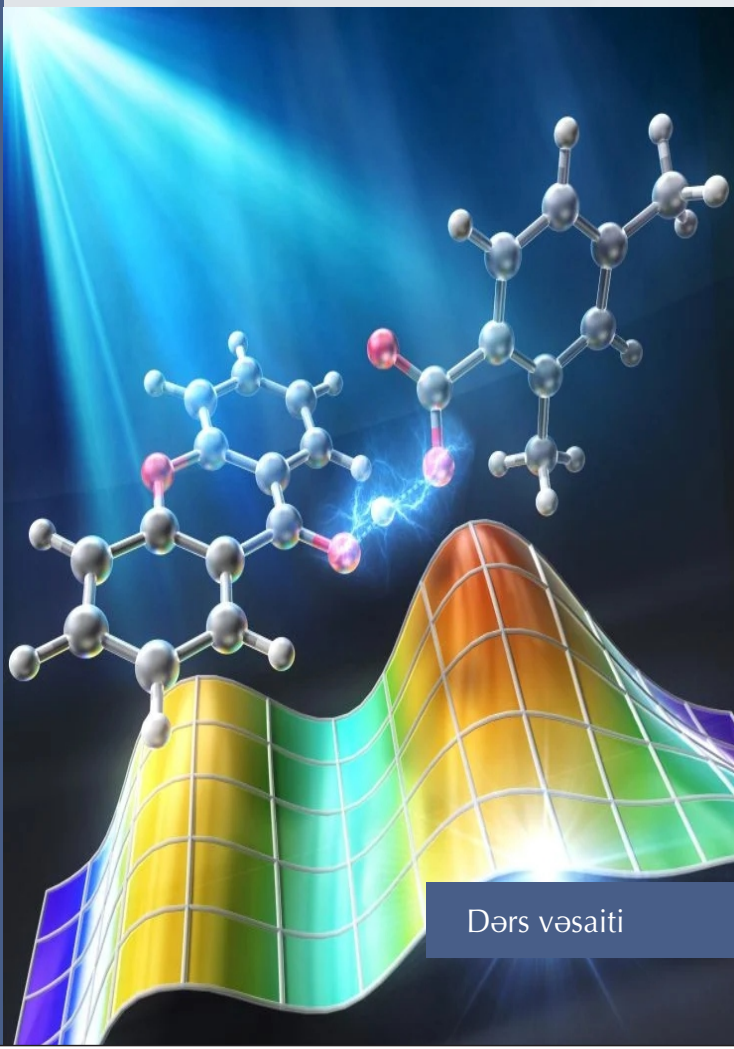




Bakı  
Dövlət  
Universiteti

Fuad Kərimli

# FİZİKİ KİMYA



BDU

Bakı-2025

Dərs vəsaiti

## MÜNDƏRİCAT

|                    |          |
|--------------------|----------|
| <b>Ön söz.....</b> | <b>3</b> |
|--------------------|----------|

### **Giriş. Fiziki kimyanın qısa inkişaf tarixi.**

|                                                     |          |
|-----------------------------------------------------|----------|
| <b>Predmeti, əsas məsələləri və bölmələri .....</b> | <b>5</b> |
|-----------------------------------------------------|----------|

### **I Fəsil. Termodinamikanın birinci qanunu. Termokimya ... 10**

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Əsas termodinamik anlayışlar və təriflər .....                            | 10 |
| 1.2. Termodinamikanın əsas müdəaları (postulatları).....                       | 13 |
| 1.3. Termodinamikanın birinci qanunu .....                                     | 14 |
| 1.4. Müxtəlif proseslərdəki genişlənmə işi. Entalpiya.....                     | 16 |
| 1.5. Hess qanunu. Maddələrin standart əmələgəlmə və<br>yanma istilikləri. .... | 18 |
| 1.6. İstilik tutumu .....                                                      | 20 |
| 1.7. Kirxhoff tənliyi .....                                                    | 22 |

### **II Fəsil. Termodinamikanın ikinci və üçüncü qanunları.**

#### **Entropiya. Termodinamik potensiallar..... 24**

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Termodinamikanın ikinci qanunu. Entropiya.....                                                                        | 24 |
| 2.2. Tarazlıq (dönən) prosesləri üçün entropiyanın<br>dəyişməsinin hesablanması. Plank postulatı.....                      | 27 |
| 2.3. Kimyəvi reaksiya zamanı entropiyanın dəyişməsinin<br>hesablanması .....                                               | 29 |
| 2.4. Özbaşına gedən (dönməyən) proseslərin entropiyasının<br>dəyişməsinin hesablanması.....                                | 29 |
| 2.5. Gibbs enerjisi və Helmholtz enerjisi.<br>Gibbs-Helmholtz tənliyi.....                                                 | 30 |
| 2.6. Kimyəvi reaksiyaların özbaşına getməsi. Kimyəvi<br>reaksiyalarda Gibbs enerjisinin dəyişməsinin<br>hesablanması ..... | 34 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.7. Kimyəvi potensial. Aktivlik və uçuculuq. Kimyəvi potensialın hesablanması ..... | 37 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **III fəsil. Kimyəvi tarazlıq. .... 41**

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Kimyəvi tarazlığın termodinamikası. Kimyəvi tarazlıq sabiti. Kütlələrin təsiri qanunu ..... | 41 |
| 3.2. Le-Şatlye prinsipi.....                                                                     | 43 |
| 3.3. Kimyəvi reaksiyanın izotermi.....                                                           | 45 |
| 3.4. Reaksiyanın standart Gibbs enerjisinin dəyişməsi ilə tarazlıq sabiti arasında əlaqə.....    | 47 |
| 3.5. Heterogen reaksiyalarda tarazlıq.....                                                       | 49 |
| 3.6. Temperaturun kimyəvi tarazlığa təsiri. kimyəvi reaksiyanın izobar və izoxor tənlikləri..... | 49 |

### **IV Fəsil. Məhlulların termodinamikası..... 52**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Məhlullar və onların ümumi xarakteristikası .....                                      | 52 |
| 4.2. Bərk maddələrin və qazların mayelərdə həll olması .....                                | 56 |
| 4.3. İdeal məhlullar. Vant-Hoff, Raul və Henri qanunları.....                               | 59 |
| 4.4. Ebulioskopiya. Krioskopiya .....                                                       | 61 |
| 4.5. Binar sistemlər üçün məhlul - buxar hal diaqramları.....                               | 64 |
| 4.6. Raul qanunundan kənaraçıxmalar.....                                                    | 68 |
| 4.7. Konovalovun qanunları. Azeotrop qarışıqlar .....                                       | 71 |
| 4.8. Mayələrin məhdud qarşılıqlı həll olması. Qarşılıqlı həll olmayan mayələr.....          | 73 |
| 4.9. Maddənin iki qarışmayan həlledicidə paylanması. Nernst - Şilovun paylanma qanunu ..... | 75 |

### **V Fəsil. Faza Tarazlığı..... 77**

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 5.1. Faza tarazlığı. Gibbssin fazalar qaydası ..... | 77 |
| 5.2. Sistemlərin təsnifatı.....                     | 80 |
| 5.3. Birkomponentli sistemlərdə faza tarazlığı..... | 81 |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4. Klapeyron-Klauzius tənliyi .....                                                                  | 82 |
| 5.5. Müxtəlif birkomponentli sistemlərin hal diaqramları.<br>Enantiotrop və monotrop çevrilmələr ..... | 87 |

## **VI Fəsil. İkikomponentli Sistemlərdə Faza Tarazlığı..... 91**

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1. İkikomponentli sistemlərin hal diaqramları. Ling<br>qaydası ..... | 91  |
| 6.2. Termiki analiz metodu.....                                        | 99  |
| 6.3. Üçkomponentli sistemlər. Gibbsin qatılıq üçbucağı .....           | 101 |

## **VII Fəsil. Qeyri-tarazlıq termodinamikası və statistik termodinamikanın əsasları.....104**

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1. Qeyri-tarazlıq termodinamikası .....                   | 104 |
| 7.2. Statistik termodinamikanın elementləri. Hal cəmi ..... | 116 |

## **VIII Fəsil. Elektrokimya.....122**

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1. Elektrolit məhlullarının xassələri. Ostvaldın durulaşma<br>qanunu. Arreniusun elektrolitik dissosiasiya<br>nəzəriyyəsi.....              | 122 |
| 8.2. Debay-Hückelin qüvvətli elektrolitlərin elektrolitik<br>nəzəriyyəsi haqqında anlayış.....                                                | 125 |
| 8.3. Elektrolitlərin aktivliyi və aktivlik əmsalı. Orta ion<br>aktivliyi və orta ion aktivlik əmsalı. İon qüvvəsi.<br>İon qüvvəsi qanunu..... | 127 |

## **IX Fəsil. Elektrolit məhlullarının elektrik keçiriciliyi. ....132**

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1. Elektrolit məhlullarının xüsusi elektrik keçiriciliyi .....                                                      | 132 |
| 9.2. Ekvivalent elektrik keçiriciliyi.....                                                                            | 135 |
| 9.3. Xüsusi və ekvivalent elektrik keçiriciliklərinin zəif və<br>qüvvətli elektrolitlərin qatılığından asılılığı..... | 138 |
| 9.4. Zəif elektrolitlərin dissosiasiya sabiti və dissosiasiya<br>dərəcəsinin təyini .....                             | 141 |

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.5. Çətin həllolan birləşmələrin həllolma hasilinin hesablanması ..... | 142 |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|

## **X Fəsil. Elektrod tarazlığı.....144**

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Elektrokimyəvi sistemlər. Elektrod. Elektrokimyəvi potensial. Mütləq elektrod potensialları və elektrik hərəkət qüvvəsi ..... | 144 |
| 10.2. Elektrodların və elektrokimyəvi dövrlərin yazılış qaydası. Elektrokimyəvi dövrənin EQ-si üçün Nernst tənliyi .....            | 147 |
| 10.3. Standart hidrogen elektrodu. Elektrod potensialı.....                                                                         | 151 |
| 10.4. Qalvanik elementin termodinamikası .....                                                                                      | 153 |
| 10.5. Elektrokimyəvi dövrlərin təsnifatı .....                                                                                      | 155 |
| 10.6. Dönən elektrodların təsnifatı.....                                                                                            | 157 |

## **XI Fəsil. Kimyəvi kinetika və kataliz. Formal kinetika.....167**

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 11.1. Kimyəvi kinetikanın əsas anlayışları .....           | 167 |
| 11.2. Dönməyən homogen sadə reaksiyaların kinetikasi ..... | 170 |
| 11.3. Reaksiyanın tərtibinin təyini metodları.....         | 174 |
| 11.4. Temperaturun reaksiya sürətinə təsiri.....           | 179 |
| 11.5. Mürəkkəb reaksiyaların kinetikasi.....               | 182 |
| 11.6. Dönən reaksiyalar .....                              | 183 |
| 11.7. Paralel reaksiyalar .....                            | 184 |
| 11.8. Ardıcıl reaksiyalar.....                             | 185 |
| 11.9. Limit mərhələsi haqqında məlumat .....               | 185 |

## **XII Fəsil. Molekulyar kinetika və kataliz .....187**

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 12.1. Heterogen kimyəvi reaksiyaların kinetikasi .....         | 187 |
| 12.2. Aktiv (bimolekulyar) toqquşmalar nəzəriyyəsi .....       | 191 |
| 12.3. Aktiv kompleks nəzəriyyəsi (keçid halı nəzəriyyəsi)..... | 195 |
| 12.4. Fotokimyəvi reaksiyalar.....                             | 199 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 12.5. Zəncirvari reaksiyalar .....                  | 204 |
| 12.6. Şaxələnən zəncirvari reaksiyalar.....         | 208 |
| 12.7. Kataliz. Katalizin əsas müddəaları .....      | 211 |
| 12.8. Homogen kataliz.....                          | 215 |
| 12.9. Heterogen kataliz .....                       | 218 |
| 12.10. Katalizatorun səthində aktiv mərkəzlər ..... | 220 |

### **XIII Fəsil. Səth hadisələri. Adsorbsiya. Qazların və**

#### **buxarların bircinsli səthdə adsorbsiya izotermləri ...222**

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 13.1. Əsas anlayışlar.....                                                            | 222 |
| 13.2. Adsorbsiya qarşılıqlı təsirlərin növləri.....                                   | 225 |
| 13.3. Fiziki və kimyəvi adsorbsiya .....                                              | 228 |
| 13.4. Adsorbsiyanı miqdarı xarakteristikaları .....                                   | 232 |
| 13.5. Gibbsin izafi kəmiyyətlər metodu və sonlu qalınlıqlı<br>təbəqə metodu .....     | 233 |
| 13.6. Adsorbsiya kəmiyyəti ilə sistemin parametrləri<br>arasında asılılıqlar .....    | 234 |
| 13.7. Qazların bircinsli səthlərdə adsorbsiyası. Henri<br>qanunu.....                 | 235 |
| 13.8. Lənqmürün monomolekulyar adsorbsiya nəzəriyyəsi ..                              | 240 |
| 13.9. Lənqmür tənliyinə əsasən adsorbsiya izotermlərinin<br>qurulması .....           | 247 |
| 13.10. Polimolekulyar adsorbsiya. Polyani nəzəriyyəsi.....                            | 251 |
| 13.11. BET nəzəriyyəsi.....                                                           | 256 |
| 13.12. İnteqral və diferensial adsorbsiya istilikləri .....                           | 265 |
| 13.13. Qeyri-bircinsli səthdə adsorbsiya.....                                         | 268 |
| 13.14. Qazların və buxarların adsorbsiyasını təyin edən bəzi<br>təcrübi üsullar ..... | 270 |

### **XIV Fəsil. Səth təbəqəsi ilə həcmi fazalar arasında**

#### **termodinamik tarazlıq.....274**

|                                                             |  |
|-------------------------------------------------------------|--|
| 14.1. Səth təbəqəsi ilə həcmi fazalar arasındakı tarazlığın |  |
|-------------------------------------------------------------|--|

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ümumi şərtləri .....                                                                            | 274 |
| 14.2. Səth təbəqəsi ilə qaz və maye fazalar arasındakı<br>mexaniki tarazlığın xüsusi halı ..... | 282 |
| 14.3. Səthin tam enerjisi. Energetik parametrlərin<br>temperaturdan asılılığı .....             | 284 |
| 14.4. Kogeziya .....                                                                            | 287 |
| 14.5. Adgeziya .....                                                                            | 289 |
| 14.6. İslatma .....                                                                             | 292 |
| 14.7. Flotasiya .....                                                                           | 296 |
| 14.8. Mayələrin yayılması .....                                                                 | 297 |
| 14.9. Mayenin kapilyar qalxması .....                                                           | 300 |

## **XV Fəsil. Məhlul-qaz sərhəddində adsorbsiya.**

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Monotəbəqələr. Adsorbsiya zamanı termodinamik<br/>    funksiyaların dəyişməsi.....</b>                         | <b>303</b> |
| 15.1. Gibbsin fundamental adsorbsiya tənliyi.....                                                                 | 303        |
| 15.2. Ləngmənin adsorbsiya izotermi və kütlələrin təsiri<br>qanunu.....                                           | 312        |
| 15.3. Monotəbəqələrin həll olunmayan təbəqələri.<br>Monotəbəqənin səth təzyiqi. Monotəbəqənin hal<br>tənliyi..... | 318        |
| 15.4. Plyonkaların tədqiqinin bəzi istiqamətləri.....                                                             | 321        |
| 15.5. Bərk səthlər üzərində su plyonkaları .....                                                                  | 327        |
| 15.6. Bərk səthlərdə qeyri-sulu plyonkalar. Yağlayıcı təsir .....                                                 | 330        |
| 15.7. Adsorbsiya zamanı sərbəst enerjinin dəyişməsi.....                                                          | 334        |
| 15.8. Adsorbsiya istiliyi və entropiyası.<br>Adsorbsiya izosterləri. İslanma istiliyi.....                        | 339        |

## **XVI Fəsil. Qazların və buxarların məsaməli cisimlərdə**

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>adsorbsiyası. ....</b>                                                   | <b>345</b> |
| 16.1. Kapilyar kondensləşmə. Məsamələrin ölçülərinə görə<br>paylanması..... | 345        |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 16.2. Mikroməsamələrin həcmi dolma nəzəriyyəsi..... | 351 |
|-----------------------------------------------------|-----|

## **XVII Fəsil. Bərk cisim - məhlul sərhəddində adsorbsiya.**

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Xromatoqrafiya.....</b>                                                                          | <b>356</b> |
| 17.1.Təmiz mayələrin adsorbsiyası. Sərhəd təbəqələri.<br>Məhlullardan adsorbsiyanın təsnifatı ..... | 356        |
| 17.2.Məhlullardan molekulyar adsorbsiya.....                                                        | 358        |
| 17.3. Binar məhlullardan Gibbs adsorbsiyası.....                                                    | 363        |
| 17.4. Məhlullardan adsorbsiyanın mübadilə sabitli izoterm<br>tənliyi .....                          | 368        |
| 17.5. Elektrolitlərin adsorbsiyası. İonların seçici<br>adsorbsiyası .....                           | 371        |
| 17.6. İon mübadiləsi adsorbsiyası.....                                                              | 374        |
| 17.7. İon mübadiləsinin tətbiqi.....                                                                | 380        |
| 17.8. Xromatoqrafiya .....                                                                          | 382        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| <b>Ədəbiyyat siyahısı .....</b> | <b>390</b> |
|---------------------------------|------------|

Kompüter tərtibatı: **Azadə İmanova**

Üz qabığının dizaynı: **Sahib Adilov**

Çapa imzalanmışdır: 11.12.2025

Formatı: 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Həcmi 25 ç.v. Sayı 100 (I z.50)

---

BDU Nəşr Evi

AZ 1148, Bakı ş., ak. Z.Xəlilov küçəsi, 33.

e-mail:bduneshrevi@bsu.edu.az

www.bsu.edu.az